

METHOD FOR MEASURING TEMPERATURE OF SUBSTRATE AND METHOD FOR PROCESSING

Publication number: JP2001242014

Publication date: 2001-09-07

Inventor: KOSHIMIZU CHISHIO

Applicant: TOKYO ELECTRON LTD

Classification:

- international: G01K7/00; G01K7/32; G01K7/00; G01K7/32; (IPC1-7):
H01L21/205; G01K7/00; H01L21/3065; H01L21/822;
H01L27/04

- european: G01K7/00; G01K7/32

Application number: JP20000054523 20000229

Priority number(s): JP20000054523 20000229

Also published as:



WO0165224 (A1)

US6773158 (B2)

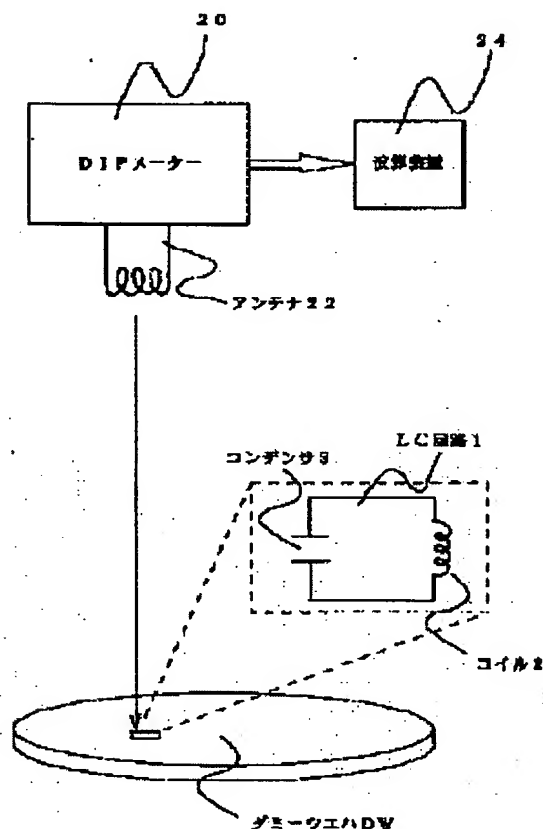
US2003012255 (A)

Report a data error he

Abstract of JP2001242014

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for measuring a temperature of a substrate and a method for processing capable of measuring the temperature of the substrate more precisely than conventional methods and capable of precisely processing the substrate.

SOLUTION: A DIP meter 20 is provided near a dummy wafer DW where an LC circuit 1 is formed, and resonance frequency of the LC circuit 1 is detected. by the DIP meter 20. The temperature of the dummy wafer DW is calculated from a result of the detection by a calculation device 24.



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-242014

(P2001-242014A)

(43)公開日 平成13年9月7日(2001.9.7)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード*(参考)

G 0 1 K 7/00
H 0 1 L 21/3065
27/04
21/822
// H 0 1 L 21/205

G 0 1 K 7/00
H 0 1 L 21/205
21/302
27/04

Z 5 F 0 0 4
5 F 0 3 8
B 5 F 0 4 5
T
L

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 8 頁)

(21)出願番号 特願2000-54523(P2000-54523)

(22)出願日 平成12年2月29日(2000.2.29)

(71)出願人 000219967

東京エレクトロン株式会社

東京都港区赤坂5丁目3番6号

(72)発明者 奥水 地塩

山梨県韭崎市穂坂町三ツ沢650 東京エ
レクトロン株式会社総合研究所内

(74)代理人 100077849

弁理士 須山 佐一

Fターム(参考) 5F004 AA16 CB12 CB14 EA21

5F038 AC03 AC05 AC15 AZ02 AZ04

AZ08 DT12 EZ17 EZ20

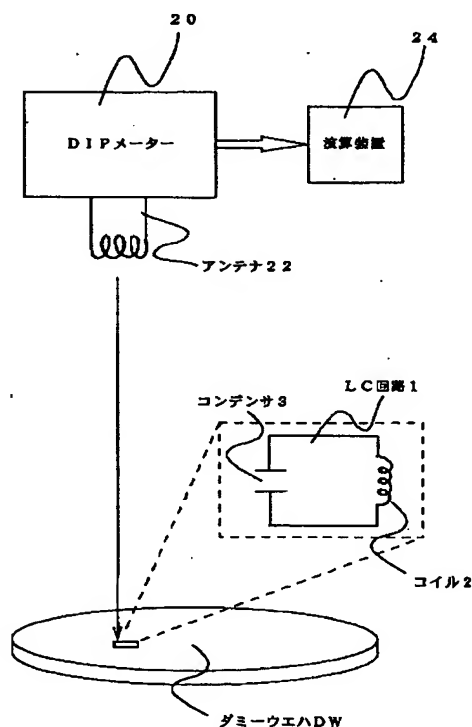
5F045 GB01 GB05

(54)【発明の名称】 基板の温度測定方法および処理方法

(57)【要約】

【課題】従来に比べて正確に基板の温度を測定することができ、精度良く基板の処理を行うことのできる基板の温度測定方法および処理方法を提供する。

【解決手段】LC回路1が形成されたダミーウエハDWの近傍に、DIPメーター20を設け、DIPメーター20によりLC回路1の共振周波数を検出し、この検出結果から演算装置24によりダミーウエハDWの温度を算出する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板に少なくとも 1 つの共振回路を設け、前記共振回路に電磁波を照射して、前記共振回路の共振周波数を検出し、この検出された共振周波数から前記基板の温度を求めることを特徴とする基板の温度測定方法。

【請求項 2】 前記共振回路が、前記基板上に直接形成されたものであることを特徴とする請求項 1 記載の基板の温度測定方法。

【請求項 3】 前記共振回路が、前記基板上に貼り付けられたものであることを特徴とする請求項 1 記載の基板の温度測定方法。

【請求項 4】 前記共振周波数が 0.1MHz～1000MHz であることを特徴とする請求項 1 乃至 3 いずれか 1 項記載の基板の温度測定方法。

【請求項 5】 前記基板が、温度測定用の基板であることを特徴とする請求項 1 乃至 4 いずれか 1 項記載の基板の温度測定方法。

【請求項 6】 前記基板が、製品用の基板であることを特徴とする請求項 1 乃至 4 いずれか 1 項記載の基板の温度測定方法。

【請求項 7】 請求項 6 記載の基板の温度測定方法によって温度測定を行いつつ前記基板の処理を行い、前記温度測定の結果に基づいて、前記基板の処理条件を変更することを特徴とする基板の処理方法。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、基板の温度測定方法および基板の処理方法に係り、特に、半導体装置の製造プロセスにおける半導体ウエハ（以下、ウエハという。）や、液晶表示装置（LCD）の製造プロセスにおける LCD 基板等の温度測定方法および処理方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、半導体装置の製造プロセスや、液晶表示装置（LCD）の製造プロセスにおいては、その回路パターンが微細化される傾向にあり、各種プロセスにおける処理精度を向上させるため、ウエハや LCD 基板等の温度を精度良く管理しつつ各プロセスを行う必要性が高まっている。

【0003】従来、半導体装置の製造プロセスにおけるウエハ、および、液晶表示装置の製造プロセスにおける LCD 基板等の温度を測定する方法としては、熱電対や放射温度計を使用した温度測定方法が知られている。

【0004】しかしながら、上記温度測定方法のうち、熱電対を用いた温度測定方法では、測定対象の基板等に熱電対を確実に接触させなければならず、また、熱電対に接続されたリード線が存在するため、このリード線を引き回す必要があるという問題があった。

【0005】また、放射温度計を使用した温度測定方法では、ウエハに非接触で温度測定を行えるという利点はあるが、放射率が温度によって変化し、また、迷光の影響を受けるため、正確な温度測定が困難であるという問題があった。

【0006】また、上述したような問題を解決するため、特開平 10-142068 号公報には、温度計側部、制御部、メモリー部、演算部、データ送受信用アンテナ、パワー受信用アンテナ等を設けた微小な温度測定装置を、ウエハに貼り付け、この温度測定装置に外部からマイクロ波によって電力を供給して、上記制御部や演算部等を作動させ、外部に温度測定信号を送出させるようにした温度測定方法が開示されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した従来の方法では、温度測定対象のウエハに、制御部、演算部、メモリー部等の電子部品を組み込むため、これらの電子部品自体の特性が温度によって変化してしまい、送出される温度測定信号が温度変化の影響を大きく受け、温度を正確に測定できないという問題がある。

【0008】本発明は、上記従来の問題を解決するためになされたもので、従来に比べて正確に基板の温度を測定することができ、精度良く基板の処理を行うことのできる基板の温度測定方法および処理方法を提供しようとするものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】請求項 1 の発明は、基板に少なくとも 1 つの共振回路を設け、前記共振回路に電磁波を照射して、前記共振回路の共振周波数を検出し、この検出された共振周波数から前記基板の温度を求めることを特徴とする。

【0010】請求項 2 の発明は、請求項 1 記載の基板の温度測定方法において、前記共振回路が、前記基板上に直接形成されたものであることを特徴とする。

【0011】請求項 3 の発明は、請求項 1 記載の基板の温度測定方法において、前記共振回路が、前記基板上に貼り付けられたものであることを特徴とする。

【0012】請求項 4 の発明は、請求項 1 乃至 3 いずれか 1 項記載の基板の温度測定方法において、前記共振周波数が 0.1MHz～1000MHz であることを特徴とする。請求項 5 の発明は、請求項 1 乃至 4 いずれか 1 項記載の基板の温度測定方法において、前記基板が、温度測定用の基板であることを特徴とする。

【0013】請求項 6 の発明は、請求項 1 乃至 4 いずれか 1 項記載の基板の温度測定方法において、前記基板が、製品用の基板であることを特徴とする。

【0014】請求項 7 の発明は、請求項 6 記載の基板の温度測定方法によって温度測定を行いつつ前記基板の処理を行い、前記温度測定の結果に基づいて、前記基板の処理条件を変更することを特徴とする。

【0015】本発明の基板の温度測定方法および処理方法によれば、基板に少なくとも1つの共振回路を設け、この共振回路の共振周波数の温度依存性を利用することにより、基板に複雑な電子回路等を設けることなく、かつ、基板に対して非接触で遠隔的に基板の温度を測定することができる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態に係る温度測定方法について図面を参照しながら詳細に説明する。

【0017】図1は、本発明の実施の形態に係る温度測定方法を概略的に示したもので、同図に示すように、基板としてのダミーウエハDWには、ある特定の周波数（温度によって変動する。）で共振する共振回路としてLC回路1が形成されている。このLC回路1は、コイル2とコンデンサ3とからその主要部が構成されており、通常の半導体装置を製造するのと同様なフォトリソグラフィ法等により、ダミーウエハDW上に直接形成されている。

【0018】なお、本実施の形態における上記ダミーウエハDWは、実際に半導体装置を製造するための製品用ウエハと同様な形状に構成され、温度測定用にのみ使用されるものである。つまり、製品用ウエハと同様に、例えば、熱処理用のオープン、エッチング装置、CVD装置等の処理室内のウエハ載置部にこのダミーウエハDWを配置し、これらの装置を実際の処理の際と同様に動作させることによって、処理の際の実際の温度を測定するためのものである。

【0019】ここで、図2および図3を参照して、フォトリソグラフィ法等により、ダミーウエハDW上にLC回路1を直接形成する工程の一例を、説明する。

【0020】まず、ダミーウエハDWのSi層10上に、例えばスパインコート法によりフォトレジスト11を均一に塗布し、所定パターンのマスクを介して露光し、現像して、当該パターンを転写する（図2a（1）および（2））。

【0021】次に、フォトレジスト11をマスクとしてSi層10に不純物イオンを打ち込むことにより、所定形状の導電性領域13を形成し、アッシング等によりマスクとして使用したフォトレジストを除去する（図2b（1）および（2））。

【0022】次に、ダミーウエハDW上に、コンデンサ内の誘電体となる誘電体層、例えばSiO₂層14を、CVD法等により形成し、このSiO₂層14に、フォトレジストをマスクとしたフォトリソグラフィ法等により、コンタクトホール15を形成する（図2c（1）および（2））。

【0023】続いて、SiO₂層14上及びコンタクトホール15内に、電極層となる導電層16、例えばPoly-Si層やAl層等を、CVD法やスパッタ法等に

より形成し、さらに、その上にフォトレジスト17を塗布して露光、現像を行い、略渦巻き状のコイル部分と平板状のコンデンサ部分及びこれらを接続する配線部分からなるフォトレジストパターンを形成する（図3d（1）および（2））。

【0024】その後、上記フォトレジストパターンをマスクとして、導電層16をエッチングし、しかる後、アッシングにより、マスクとして使用したフォトレジストを除去して、略渦巻き状のコイル部分と平板状のコンデンサ部分及びこれらを接続する配線部分からなる導電層パターン19を形成する（図3e（1）および（2））。

【0025】また、必要に応じて、上述のようにして形成したLC回路の上に保護膜を付ける。

【0026】このようにして、ダミーウエハDW上に、導電性領域13と導電層パターン19がコンタクトホール15を介して接続され、かつ、誘電体層としてのSiO₂層14を挟んで導電性領域13と導電層パターン19が配置され、さらに渦巻き状のコイル部分を有するLC回路1を、直接形成することができる。

【0027】上記LC回路1は、必要に応じて、ダミーウエハDW上の所定箇所に1又は複数形成され、夫々の箇所の温度を検出可能とする。

【0028】上述したようにしてLC回路1が形成されたダミーウエハDWの近傍には、図1に示すように、LC回路1の共振周波数を検出するための手段として、例えばDIPメーター20が設けられる。

【0029】上記DIPメーター20は、アンテナ22から、所定周波数領域の電磁波を掃引するように発振し、この電磁波の周波数がLC回路1の共振周波数となった際に、LC回路1にエネルギーが吸収され、図4のグラフに示すように落ち込むことを利用して、LC回路1の共振周波数を検出可能に構成されている。

【0030】また、上記DIPメーター20による検出結果は、演算装置24に入力され、この演算装置24によって、LC回路1の共振周波数から、ダミーウエハDWの温度を算出する。

【0031】すなわち、一般にLC回路1の共振周波数（ f_r ）は、コイル2のインダクタンスをL、コンデンサ3のキャパシタンスをCとして、 $f_r = 1 / [2\pi (LC)^{1/2}]$ と表される。

【0032】また、コイル2のインダクタンスL、コンデンサ3のキャパシタンスCは、温度依存性があり、その値が温度によって変化するので、共振周波数も温度によって変化し、例えば、縦軸を温度T、横軸を共振周波数 f_r とした図5のグラフに示すように変化する。

【0033】したがって、予めLC回路1の温度Tと、共振周波数 f_r との関係を求めておき、演算装置24内にデータとして蓄積しておくことで、その共振周波数 f

10

20

30

40

50

rの値からダミーウエハDWの正確な温度を求めることができる。

【0034】なお、上記共振周波数 f_r は、任意の周波数とすることができるが、温度測定の分解能等から、約0.1M~1000MHz程度の周波数とすることが好ましい。このため、LC回路1の共振周波数が上記周波数の範囲となるよう、コイル2のインダクタンスの値、および、コンデンサ3のキャパシタンスの値を選択することが好ましい。

【0035】上記のLC回路1が形成されたダミーウエハDWは、製品用ウエハの処理を開始する前等に、各種の処理装置のウエハ処理部に配置され、製品用ウエハの処理と同様な処理を行い、その時の温度を測定する。

【0036】そして、この時の温度測定結果を、製品用ウエハの処理を行う際にフィードバックすることによって、製品用ウエハをより正確に所望の処理温度に制御した状態で処理を行うことができる。

【0037】例えば、製品用ウエハにフォトリソを用いた一連のリソグラフィ工程において、製品用ウエハをホットプレート上に載置して一枚ずつ加熱処理する所謂オープン等において、製品用ウエハの処理を開始する前等において、上述したホットプレート上にダミーウエハDWを載置し、製品用ウエハと同様に加熱処理を行う。

【0038】そして、オープンの上部等に、DIPメーター20のアンテナ22が位置するように予め配置しておき、処理中のダミーウエハDWの実際の温度を測定し、オープンの設定温度とダミーウエハDWの実際の温度との間に誤差がどの程度生じるかを検出しておき、製品用ウエハの処理を行う際に、このような誤差を小さくするようにオープンの設定温度を調整することによって、製品用ウエハをより精度良く所望の処理温度に保った状態で処理を行うことができる。

【0039】なお、DIPメーター20については、そのアンテナ22の部分のみ、オープンの近傍に配置しておき、本体部分については、オープンから離れた位置に配置しておくことによって、オープンの熱の影響を受けることなく、ダミーウエハDWの温度を測定することができる。

【0040】また、上記温度測定において、例えば、ウエハの中心部、周辺部等の複数点における温度分布を測定する必要がある場合は、かかる測定点に対応した複数のLC回路1をダミーウエハDWに組み込んでおくことによって、これらの複数の測定点における温度分布を測定することができる。

【0041】この場合、オープンの上部に各LC回路1に対応した数のアンテナ22を設けても、アンテナ22の位置を移動可能として、1又は複数のアンテナ22で複数のLC回路1に対応するようにしても良い。

【0042】また、複数のアンテナ22を設けた場合、

これらのアンテナ22を順次電氣的に切り替えて使用することにより、アンテナ数よりも少ない数のDIPメーター本体で対応することが可能である。

【0043】以上説明したように、本実施の形態によれば、ダミーウエハDWにLC回路1を直接形成し、その共振周波数をDIPメーター20によって検出することにより、ダミーウエハDWに非接触で、ダミーウエハDWの正確な温度測定を行うことができる。

【0044】また、ダミーウエハDW上に、LC回路1以外の回路、例えば増幅回路や演算回路等を温度測定のために設ける必要がないため、これらの回路の温度依存性の影響を考慮する必要がなく、広い温度範囲において、正確に温度測定を行うことができる。

【0045】さらに、ダミーウエハDW上に、リソグラフィ法等の半導体装置を製造するための通常の工程で、LC回路1を形成するので、通常の半導体装置の製造ラインを使用して、ダミーウエハDWにLC回路1を形成することができる。

【0046】なお、上述した例では、ダミーウエハDW上に直接LC回路1を形成した場合について説明したが、例えば、他の薄い基板上に形成したLC回路を、ダミーウエハDW上に貼り付けて使用することも可能である。

【0047】また、ダミーウエハDWではなく、製品用ウエハに、直接LC回路1を形成したり、他の薄い基板上に形成したLC回路を、製品用ウエハに貼り付けて、実際の製品用ウエハの処理を行うプロセスの最中に、直接製品用ウエハの温度を測定することも可能である。

【0048】この場合、処理されている製品用ウエハの温度をリアルタイムで測定し、その温度を制御することが可能となる。

【0049】なお、本発明方法は、上述したオープンによる加熱処理の他、各種成膜処理、エッチング処理、フォトリソの塗布、現像処理等、温度の制御を行いつつ処理を行うものであれば、あらゆる処理に使用することができる。

【0050】また、上述した例では、DIPメーター20を使用して共振周波数を測定した場合について説明したが、インピーダンスメータにアンテナを取付けて、同様に共振周波数を測定することができる。

【0051】次に、図6および図7を参照して、リソグラフィ法等によりダミーウエハDWにLC回路1を形成する他の工程の例について説明する。

【0052】まず、ダミーウエハDWのSi層30上に、SiO₂層31を形成する(図6a(1)および(2))。

【0053】この後、例えばPoly-Si層、Al層等を形成した後フォトリソグラフィ法によるパターニングを行い、あるいは、Al等のマスクパッタを行うことにより、SiO₂層31上に、所定形状の下部電極

層 32 を形成する (図 6 b (1) および (2))。

【0054】次に、下部電極層 32 上に CVD 法等によりコンデンサ内の誘電体となる誘電体層、例えば SiO_2 層 33 を形成し、続いて、フォトリソグラフィ等により、 SiO_2 層 33 の一部にコンタクトホール 34 を形成する (図 6 c (1) および (2))。

【0055】この後、 SiO_2 層 33 上及びコンタクトホール 34 内に、例えば Poly-Si 層、 Al 層等を形成した後フォトリソグラフィ等によりパターンニング 10 を行い、あるいは、 Al 等のマスクスパッタにより、所定形状の上部電極層 35 を形成する (図 7 e (1) および (2))。

【0056】また、必要に応じて、上述のようにして形成した LC 回路の上に保護膜を付ける点は、前述した工程の場合と同様である。

【0057】以上のような工程によっても、ダミーウエハ DW (あるいは製品用ウエハ) 上に、下部電極層 32 と上部電極層 35 がコンタクトホール 34 を介して接続され、かつ、誘電体層としての SiO_2 層 33 を挟んで 20 下部電極層 32 と上部電極層 35 が配置され、さらに渦巻き状のコイル部分を有する LC 回路を、直接形成することができる。

【0058】なお、上述した 2 つの例では、LC 回路のコイル形状を、略渦巻き状とした場合について示したが、コイル形状は、略渦巻き状に限らず、コイルとして作用する形状であればどのような形状としてもよいことは、勿論である。

*

* 【0059】

【発明の効果】以上、説明したように、本発明によれば、従来に比べて正確に基板の温度を測定することができ、精度良く基板の処理を行うことのできる基板の温度測定方法および処理方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係る温度測定方法を示した概念図。

【図 2】本発明に係る共振回路を形成する工程を段階的に示した図。

【図 3】本発明に係る共振回路を形成する工程を段階的に示した図。

【図 4】周波数と共振回路に照射された電磁波のエネルギーとの関係を示したグラフ。

【図 5】共振周波数 f_r と温度 T との関係を表したグラフ。

【図 6】本発明に係る共振回路を形成する工程を段階的に示した図。

【図 7】本発明に係る共振回路を形成する工程を段階的に示した図。

【符号の説明】

DW……ダミーウエハ

1……LC 回路

2……コイル

3……コンデンサ

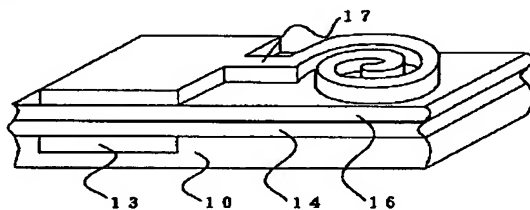
20……DIP メーター

22……アンテナ

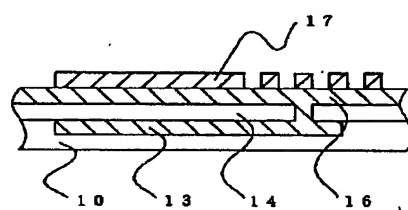
24……演算装置

【図 3】

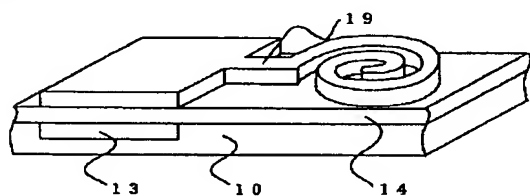
d (1)



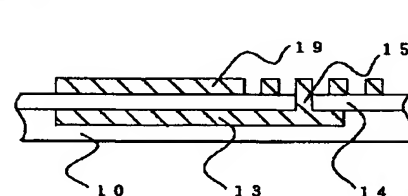
d (2)



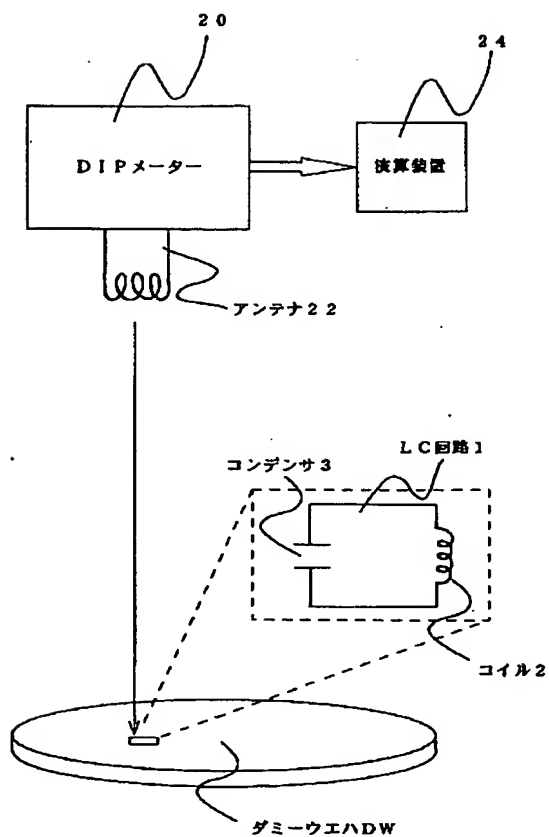
e (1)



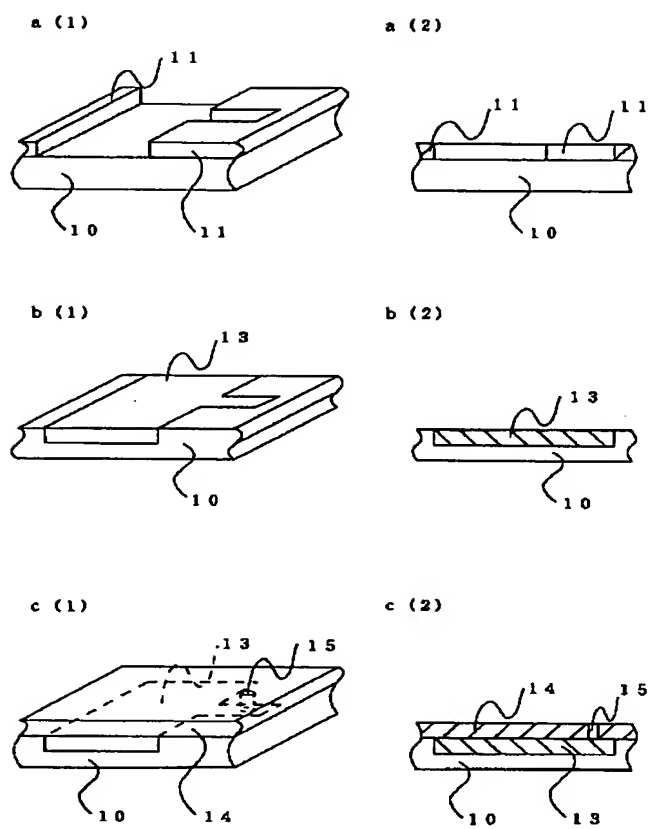
e (2)



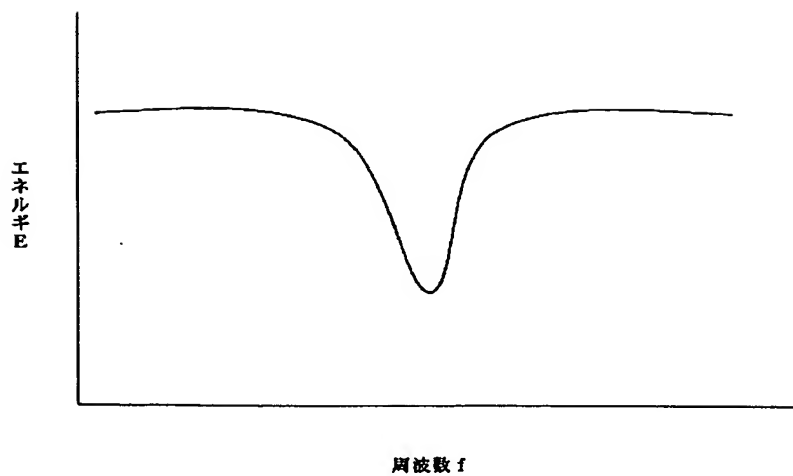
【図1】



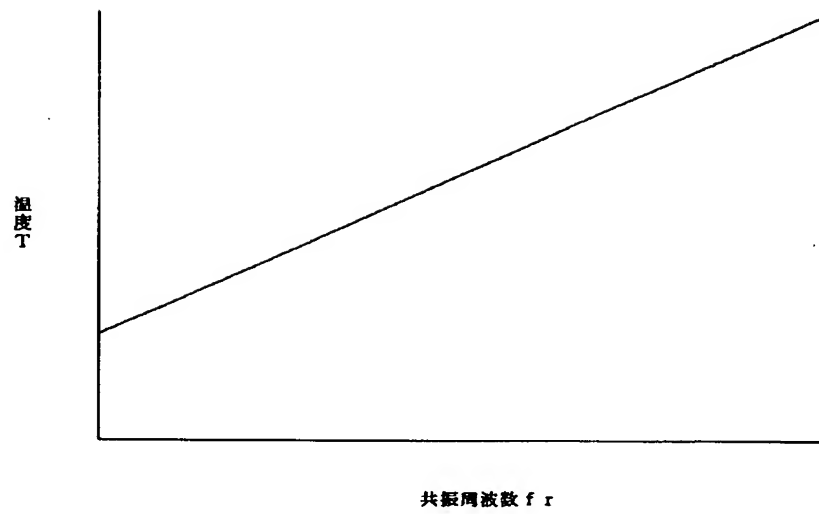
【図2】



【図4】

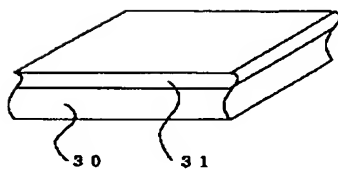


【図5】

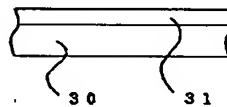


【図6】

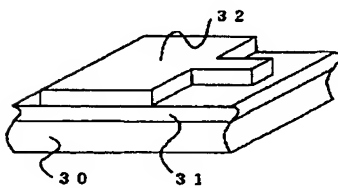
a (1)



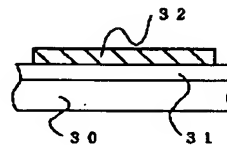
a (2)



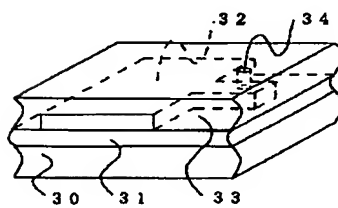
b (1)



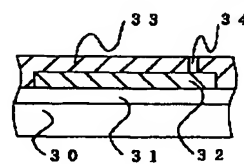
b (2)



c (1)

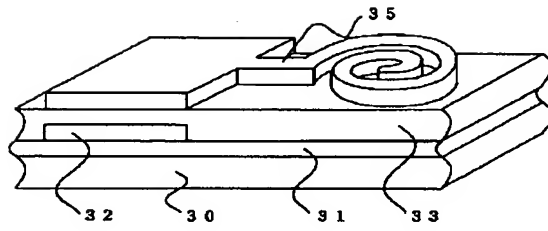


c (2)



【図 7】

d (1)



d (2)

